

Importancia de la vigilancia sanitaria de los parásitos en la calidad del agua, según su uso

Importance of health surveillance of parasites in water quality according to use

Dra. Lenina Tamara Menocal Heredia, MSc. Yuria Isabel Caraballo Sánchez

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana, Cuba.

RESUMEN

El agua contaminada puede transmitir infinidad de patógenos con comportamientos y resistencias diversas. Dentro de los patógenos a determinar los parásitos son de especial relevancia pues se destacan por su alta resistencia a los diversos factores ambientales además se encuentran relacionados con altos índices de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo, especialmente en la población infantil. El objetivo de este trabajo es destacar la importancia de la vigilancia sanitaria de los parásitos en la calidad del agua según su uso y en su relación con el ambiente. Los huevos de helmintos son el principal riesgo a la salud debido al uso seguro del agua residual o lodos en la agricultura. Los quistes de los protozoarios como *Giardia* y *Cryptosporidium*, son difíciles de eliminar del agua de consumo sin tratar, debido a su pequeño tamaño y resistencia a oxidantes usados comúnmente como el cloro. Aunque no se recomienda su monitoreo de rutina en el agua, sí es necesario realizar investigaciones para detectar su presencia y establecer normativas propias adecuadas a nuestras condiciones.

Palabras clave: parásitos, aguas residuales, ambiente, uso seguro, normativas.

ABSTRACT

Polluted water can transmit lots of pathogens with various behaviors and resistances. Among the pathogens, the parasites are particularly important since they stand out for their high resistance to various environmental factors in addition

to being associated to high morbidity and mortality rates in the developing countries, particularly children. The objective of this paper was to highlight the importance of health surveillance of parasites in water quality according to use and its relationship with the environment. The helminth eggs are the main health risk due to the safe use of wastewater or sludge in agriculture. Protozoan cysts like *Cryptosporidium* and *Giardia*, are difficult to remove from untreated drinking water due to its small size and resistance to commonly used oxidants such as chlorine. Although the routine monitoring of these cysts in water is not recommended, it is necessary to conduct research to detect its presence and to establish suitable guidelines according to our conditions.

Keyword: parasites, wastewater, environment, safe use, guidelines.

INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos más importantes y el más abundante de la tierra es el agua; más de un 50 % de la estructura de todos los organismos vivos está formado por agua. El agua ocupa el 70 % de la superficie terrestre, sin embargo, solo el 3 % es agua dulce y el 66 % de esta resulta de muy difícil acceso, por lo que solo es fácilmente asequible el 1 % del volumen total.

Los problemas relacionados con el agua están entre las cuestiones más primordiales a las cuales se enfrentará la humanidad en el presente siglo. En el año 2000, 1100 millones de personas carecían de un suministro mejorado de agua, lo que supone un 17 % de la población del planeta.¹

A nivel mundial se han establecido una serie de compromisos que abogan por la importancia de la calidad del agua, la salud de la población y el cuidado del ambiente. Las Naciones Unidas proclaman el período de 2005 a 2015 Decenio Internacional para la Acción, "El agua, fuente de vida" y han decidido otorgar más importancia en el plano mundial a las cuestiones relacionadas con el agua. Es en este contexto² y como parte de los problemas ambientales que afectan al ser humano se ha producido un aumento de la prevalencia del parasitismo mundial.

En el mundo, alrededor de 1500 millones de personas están infectadas con parásitos intestinales, siendo un problema de salud pública que afecta sobre todo a los países en desarrollo. La escasez de recursos hídricos³ ha provocado la reutilización de aguas residuales de origen doméstico en todo el mundo y para ello se han creado diversas obras de ingeniería sanitaria a través de las cuales se aplican diversos grados de tratamiento, cuyos efluentes se utilizarán posteriormente con diferentes fines.

Los huevos de helminto son el principal riesgo a la salud debido al uso seguro de agua residual o de lodos en la agricultura, a causa de la existencia de fases altamente resistentes de estos microorganismos y el bajo control que sobre ellas hacen las prácticas tradicionales de desinfección.

Es por esto que la evaluación de la presencia y concentración de patógenos en este tipo de material es necesaria para conocer su calidad y determinar el uso más

apropiado que no genere riesgo para la salud de la población y daños al medio ambiente.⁴

El objetivo de este trabajo es destacar la importancia de la vigilancia sanitaria de los parásitos en la calidad del agua según su uso y en su relación con el ambiente.

CALIDAD DEL AGUA SEGÚN SU USO Y EN SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE

PARÁSITOS Y AGUA POTABLE

El agua de consumo contaminada puede transmitir diversidad de patógenos disímiles en cuanto a comportamiento y resistencia. Las enfermedades infecciosas provocadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos) constituyen los riesgos para la salud más frecuentes y extendidos relacionados con esta agua.

Las infecciones parasitarias como la balantidiosis (*Balantidium coli*) y algunos helmintos (especies de los géneros *Fasciola*, *Fasciolopsis*, *Echinococcus*, *Spirometra*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Necator*, *Ancylostoma* y *Strongyloides*, y la especie *Taenia solium*) pueden hallar en el agua de consumo contaminada con tierra o heces una vía para su difusión, si bien, esta no la más importante para la mayoría de los helmintos.

Ellos se han detectado en aguas superficiales y subterráneas y pueden ser una fuente de exposición para personas que consumen agua no tratada en áreas de pobre sanidad. Su vía usual de transmisión es por la ingestión de los huevos presentes en alimentos contaminados con heces o con tierra contaminada con heces (en el caso de *Taenia solium*, la ingestión del cisticerco por consumo de carne de cerdo no cocinada), con excepción de: *Dracunculus medinensis* (dracunculo) y *Fasciola* spp. (*F. hepatica* y *F. gigantica*) (trematodos hepáticos).

Estos parásitos requieren hospedadores intermedios para completar sus ciclos biológicos, pero los mecanismos de transmisión a través del agua de consumo son diferentes. Para la esquistosomosis la transmisión es por contacto con el agua. Otros organismos parásitos se han mencionado como causa posible de brotes de enfermedades pero no existe suficiente evidencia o esta apunta que su transmisión a través del agua potable no es frecuente. Como ejemplo, los protozoos: *Balantidium coli*, *Blastocystis hominis*, *Isospora belli* y *Toxoplasma gondii* y helmintos como *Fasciola* spp. y nematodos de vida libre. En la tabla 1 se pueden observar los principales parásitos relacionados con el agua de consumo cuya transmisión ha sido demostrada por estudios epidemiológicos, en ensayos con voluntarios humanos y en estudios con animales de experimentación.⁵

a) La tabla enumera los parásitos para los cuales existe alguna evidencia significativa para la salud relacionada con su presencia en los sistemas de abastecimiento de agua.

b) Significación para la salud, relacionada con la incidencia y severidad de la enfermedad, incluyendo asociación a brotes.

c) Período de detección del estado infeccioso en agua a 20 °C: *persistencia corta*: hasta 1 semana; *moderada*: de 1 semana a 1 mes; *larga*: más de 1 mes.

- d) Estando el estado infeccioso en suspensión libre en agua tratada con dosis y tiempos de contacto convencionales y pH entre 7 y 8. Promedio bajo, 99 % de inactivación a 20 °C generalmente en < 1 min., moderada 1–30 min. y alta > 30 min.
- e) Determinada en experimentos con voluntarios humanos, basándose en información epidemiológica y en estudios con animales de experimentación.
- f) En agua templada.

Tabla 1. Parásitos transmitidos por el agua de consumo^a

Agente patógeno	Importancia para la salud ^b	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua ^a	Resistencia al cloro ^b	Infectividad relativa ^c	Fuente animal importante
Protozoos					
Acanthamoeba spp.	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Cryptosporidium spp.	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Cyclospora cayentanensis	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Entamoeba histolytica	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
Giardia lamblia	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
Naegleria fowleri	Alta	Puede proliferar ^e	Alta	Alta	No
Helmintos					
Dracunculus medinensis	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No
Schistosoma spp.	Alta	Corta	Moderada	Alta	Sí

Fuente: WHO, 2011

La contaminación de los sistemas acuícolas con cantidades suficientes de huevos embrionados o larvas infectivas podría potencialmente resultar en un brote. Sin embargo, esta situación lograría ser difícil en fuentes de agua comunitaria, ya que los huevos o larvas son relativamente grandes y podrían ser fácilmente removidos por los procesos estándares para el tratamiento del agua de consumo, incluyendo floculación, sedimentación y filtración, empleados por los sistemas de aguas municipales en muchos países. No obstante, en los sistemas de agua con un pobre tratamiento, la contaminación post tratamiento con huevos de helmintos es altamente posible.⁶

Normativas para agua potable

El control de la transmisión de parásitos por agua plantea retos importantes pues la mayoría de los patógenos produce quistes, Ooquistes o huevos extremadamente resistentes a los procesos utilizados generalmente para la desinfección del agua, y en algunos casos puede ser difícil eliminarlos mediante procesos de filtración. Un

solo huevo fertilizado, una larva madura o una cercaría enquistada, pueden causar infección, por consiguiente no deberán estar presentes en el agua potable.⁷

Los protozoos son resistentes a muchos desinfectantes y pueden seguir siendo viables y mantener su capacidad patógena en el agua de consumo tras su desinfección. Los quistes de *Giardia* y sobre todo, los Ooquistes de *Cryptosporidium*, son difíciles de eliminar del agua sin tratar, debido a su pequeño tamaño y resistencia a oxidantes usados comúnmente como el cloro.

El empleo de barreras múltiples es por mucho el mejor tipo de tratamiento para reducir los riesgos de infección a niveles tolerables o no detectables.⁸ En lugares donde la filtración no es económicamente viable, se debe implementar un plan efectivo de protección adecuada de las fuentes, un efectivo sistema de tratamiento y su monitoreo, un sistema de distribución seguro y un tratamiento apropiado en el punto de entrada, para reducir los microorganismos a niveles que no sean asociados con enfermedad.

Los Ooquistes de protozoos pueden ser monitoreados periódicamente en las fuentes de agua, particularmente en los momentos en que las concentraciones se espera que sean las más altas (por ejemplo, posterior a inundaciones o tras lluvias intensas) para determinar los niveles apropiados de tratamiento. En dependencia de sus concentraciones en las fuentes de agua, será el grado de tratamiento requerido para remover y/o inactivar los Ooquistes.

La mayoría de los métodos para el aislamiento de Ooquistes de *Giardia* y *Cryptosporidium* en agua potable son semicuantitativos e incluyen la concentración de grandes volúmenes de agua y tinciones fluorescentes del material concentrado.

Muchos métodos se han adaptado a partir del Método 1623 de la USEPA, el cual emplea la separación inmunomagnética para aislar los Ooquistes de los restos contaminados. Cualquier método que se emplee debe realizar un control de calidad acertado y la determinación de la eficiencia de recuperación. Aunque las metas de niveles máximos de contaminación de la EPA para *Giardia* es cero, la detección de protozoos es difícil y no viable técnicamente para análisis de rutina del agua de consumo humano.⁹ Ellos recomiendan que para los protozoos de importancia médica pudiera aplicarse una técnica de tratamiento efectiva para el agua tal como ósmosis reversa u ozonización en vez de especificar un límite de contaminación.

Por otra parte,¹⁰ si los niveles de concentración de los Ooquistes en las fuentes de agua son menores que 0,075/L, entonces debe ser adecuada la filtración convencional que logre una reducción de 3-log.¹¹ Donde el monitoreo de los oquistes no sea factible, *E. coli* puede ser usado como indicador de su presencia y de los requerimientos de tratamiento.

Igualmente la United State Environmental Protection Agency (U.S. EPA) ha propuesto que el tratamiento conocido para lograr una reducción de 3-log de los Ooquistes es adecuado, siempre que las concentraciones promedio de *E. coli* no excedan de 10 unidades formadoras de colonias (ufc)/100 mL en aguas superficiales o 50 ufc/100 mL en afluentes.¹² Los estándares para *Giardia* y *Cryptosporidium* de la EPA (2011) se observan la [tabla 2](#).

Tabla 2. Regulaciones para el agua potable, EPA-2011

Indicador	Nivel máximo		Técnica de tratamiento
	Meta	Admisible	
<i>Cryptosporidium</i> spp.	—	Técnica de Tratamiento. (Proceso requerido para reducir el nivel de contaminación en agua potable)	Sistema con filtros deben remover el 99 % de ooquistes de <i>Cryptosporidium</i>
<i>Giardia lamblia</i>	—	Técnica de Tratamiento. (Proceso requerido para reducir el nivel de contaminación en agua potable)	99,9 % muertos/ inactivados

Fuente:WHO, 2011

Las normativas canadienses para agua potable, establecidas en 2004 y ratificadas hasta esta fecha, respecto a *Giardia* y *Cryptosporidium*, plantean que no se puede, establecer una Concentración Máxima Aceptable para estos protozoos en agua de consumo. Las tecnologías de tratamiento deben lograr una reducción al menos de 3-log y/o la inactivación de los (oo) quistes, a menos que la calidad de la fuente de agua requiera un mayor log de reducción y/o inactivación.¹³

En el caso de las normativas de Australia, no se ha establecido ningún lineamiento para *Giardia* y *Cryptosporidium* debido a la falta de métodos de rutina para identificar cepas humanas infecciosas en agua de consumo. Si tales lineamientos fueran establecidos, deberían estar por debajo de 1 organismo por litro e involucrar el examen poco práctico de largos volúmenes de agua. Al igual que las normativas canadienses recomiendan el empleo de barreras múltiples colocadas desde la fuente hasta la pila de agua para minimizar el riesgo de contaminación por *Cryptosporidium*, monitoreando su manejo para asegurar la efectividad y priorizar la protección de las fuentes de los desechos de animales y humanos.

Aunque el monitoreo de rutina para *Cryptosporidium* no se recomienda, se sugieren investigaciones en respuesta a eventos que podrían incrementar el riesgo de contaminación como fuertes lluvias, incremento de la turbiedad, fallas de tratamientos, etc. Debido a la rara incidencia de nemátodos entéricos tanto en inmigrantes, como en australianos que regresan de áreas donde estos organismos son endémicos, su transmisión a través del agua no se considera de importancia solo se hacen hallazgos de nematodos de vida libre tales como *Turbatrix or Rhabditis*, los cuales, al igual que los protozoos de vida libre pueden colonizar los sistemas de abastecimiento. Con el alto desarrollo de los sistemas de suministro de agua segura, los helmintos entéricos no deben estar presentes en el agua de consumo por lo que consideran que resulta impracticable establecer directrices debido a la baja prevalencia de estos agentes en Australia.¹⁴

Las Guías para la calidad del agua potable, cuya cuarta edición salió en el 2011, tienen un novedoso enfoque, el cual consiste en cómo desarrollar objetivos de salud que podrían diferir bajo diferentes contextos. Las metas relativas a la eficacia suelen aplicarse a la eficiencia de los tratamientos, es decir, para determinar la reducción de la carga microbiana necesaria para garantizar la inocuidad del agua. Por ejemplo, para una concentración de 1 ooquiste de *Cryptosporidium* por litro de agua bruta, las metas de eficacia correspondientes a valores de consumo de 0,25 a 2 litros al día son de 2,6 a 3,5 unidades en la escala logarítmica decimal o para una

concentración de 10 microorganismos por litro de agua de origen; la meta relativa a la eficacia será una reducción de 4, 2 en escala logarítmica (del 99,994 %).⁵ Las normativas para agua potable están dirigidas a reguladores de salud, hacedores de políticas y sus asesores, principalmente para ayudarlos en el desarrollo de estándares nacionales.

Las normativas también son usadas por otros como fuente de información en calidad del agua y salud y un manejo efectivo de los problemas. En general tienen una tendencia mayor al manejo preventivo de la transmisión de la enfermedad por el agua con manejo y evaluación de riesgo dirigido sobre todo a la protección de fuentes de abasto de agua segura. Tienen un mayor énfasis en los riesgos microbiológicos que los químicos y están dirigidas fundamentalmente a los reguladores y legisladores para la elaboración de normativas nacionales para la calidad del agua.

PARÁSITOS Y AGUAS RESIDUALES

El uso de aguas residuales crudas y tratadas para el riego de cultivos es una práctica común en muchos países en desarrollo, en América Latina existen más de 500 000 ha agrícolas irrigadas directamente con aguas residuales sin tratar, se han identificado como principales países a México, Chile, Perú y Argentina; en otras regiones del mundo sobresale China con aproximadamente 1 300 000 ha agrícolas e India con 73,000 Hectáreas.^{15,16}

El empleo de esta agua con ese fin implica un riesgo para la población pues frecuentemente se utilizan de forma indiscriminada, sin la aprobación de las autoridades sanitarias, pues a menudo muchas veces no hay capacidad para determinar su calidad y la disposición más adecuada. De igual forma cuando se cuenta con sistemas de tratamiento se generan efluentes y lodos en los cuales pueden persistir patógenos que generan riesgo de transmisión ya sea por contacto directo o por el consumo de aguas o alimentos regados con esta agua.

Es común encontrar en las aguas residuales sin tratar grandes cantidades de huevos de helmintos especialmente de *Ascaris lumbricoides*. La ascariosis es la enfermedad entérica producida por helmintos más difundida en el mundo.³

Otros parásitos como *Trichuris trichiura*, *Hymenolepis nana* e *Hymenolepis diminuta* se han hallado en menor cuantía. *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus* son considerados los representantes de este género presentes en aguas residuales de mayor riesgo de infección helmíntica.¹⁷

A nivel mundial 133 millones de personas padecen graves infecciones debidas a helmintos intestinales, que a menudo tienen consecuencias graves como alteraciones cognitivas, disentería importante o anemia. Esas enfermedades causan unas 9400 defunciones cada año. El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento y el mejoramiento de las prácticas de higiene podrían reducir la morbilidad por ascariosis en un 29 % y la morbilidad por ancilostomosis en un 4 %.¹⁸

Las aguas residuales contienen frecuentemente huevos de parásitos de animales, Ej.: ratas, animales domésticos tales como: cerdos, pájaros y perros. Sin embargo, no es necesario identificarlos como positivos pero es importante reconocer que no son de origen humano.

Los huevos de helmintos pueden sobrevivir años, al contrario de virus y bacterias que lo hacen por meses y los protozoos que sobreviven semanas.¹⁹ Otras

características epidemiológicas de los helmintos patógenos entéricos causantes de infección por contacto con agua contaminada, son su alta persistencia en el medio ambiente, la mínima dosis infecciosa, la baja respuesta inmune y la capacidad de permanecer en el suelo por largos periodos de tiempo. Asimismo, están rodeados por capas de estructura muy resistente, impermeables a gran variedad de sustancias, que les proporcionan resistencia mecánica y química, previniendo su destrucción y desecación. Es por esto que se han convertido en uno de los principales grupos indicadores de contaminación microbiológica en muestras de lodos y aguas residuales (tabla 3).²⁰

Tabla 3. Parásitos considerados como indicadores de contaminación microbiológica en muestras de lodos y aguas residuales

Patógenos	Organismos indicadores	Comentarios
<p><u>Protozoos</u> Ooquistes de <i>Cryptosporidium</i> Quistes de <i>Giardia</i></p>	<p><i>Clostridium perfringens</i></p>	<p><i>Clostridium perfringens</i> es una bacteria formadora de esporas altamente resistente a las condiciones ambientales. Ha demostrado ser un modelo muy útil para quistes de <i>Giardia</i> y ooquistes de <i>Cryptosporidium</i>. Debido a que los protozoos son mucho más grandes que las esporas de <i>Clostridium</i>, pueden ser removidos de diferentes formas durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales. Deben realizarse pruebas de validación con oo(quistes) o partículas que sean similares en tamaño.</p>
<p><u>Helmintos</u> Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i> y <i>Trichuris trichiura</i></p>	<p>Huevos de <i>Ascaris</i></p>	<p>Huevos de <i>Ascaris</i> y de algún otro helminto (Por ejemplo: <i>Trichuris</i>, <i>Taenia</i>) pueden ser medidos directamente. Puede ser determinada la viabilidad de los huevos.</p>

Fuente: *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, 2006.*

Normativas para aguas residuales

En las últimas décadas se han establecido normativas generalmente muy rigurosas, pues tienen como fundamento la estimación hipotética de los posibles riesgos que para la salud tiene la supervivencia de agentes patógenos en las aguas residuales, el suelo y los cultivos, más bien que en pruebas epidemiológicas fidedignas del riesgo efectivo.²¹⁻²³

Al tomar en cuenta las sugerencias y conclusiones de numerosos estudios y reuniones de especialistas, así como en la capacidad real de los países en desarrollo de acceder a tecnologías, en el año 2006 la OMS ratificó las directrices que habían sido recomendadas en 1989, con el objetivo de preservar la salud pública de las enfermedades relacionadas con las excretas, la exposición a las aguas residuales y el control de la contaminación ambiental.

Los protozoos no están incluidos en los lineamientos de calidad de la OMS puesto que las tecnologías efectivas para remover los nemátodos también producen cierta remoción de los protozoos. La mayoría de autores coinciden en que los huevos de helmintos, especialmente el género *Ascaris*, son el indicador más adecuado para la inactivación y remoción de parásitos en lodos y agua residual, por su larga

persistencia en los suelos por periodos de hasta 7 años, bajo condiciones ambientales adversas, logrando conservar su viabilidad durante meses.¹⁹

Blumenthal, en 2000 planteó que en las directrices revisadas de la OMS existen indicios epidemiológicos de que el límite establecido para los huevos de nematodo (≤ 1 huevo/l) es inadecuado en las condiciones que favorecen la supervivencia de esos huevos (temperaturas medias inferiores y riego de superficie), por lo que debería reducirse a ≤ 1 huevo/l en tales condiciones. Los riesgos para las poblaciones dependen del método de riego empleado. Los riesgos para la salud a partir de los cultivos de regadío son máximos en el caso del riego por aspersión, mientras que en el caso de los trabajadores el mayor riesgo es el asociado al riego por inundación o por surcos. Las directrices propuestas tienen en cuenta esos riesgos.²¹

Las pautas marcadas por la OMS en 2006, representan un viraje significativo, pues presentan una metodología mejorada de monitoreo que construye sobre las lecciones asimiladas desde que se publicaran los lineamientos en 1989, en lugar de enfatizar los estándares de calidad del agua, ahora el énfasis se encuentra en los objetivos de salud y en el apoyo a diversas opciones de manejo para poder alcanzarlos.

En el centro de este diseño de trabajo se encuentra la identificación de la necesidad de un enfoque multifacético que incluya experiencias, habilidades y capacidades para ir más allá de los requeridos para una simple comprobación de la calidad del agua. Se plantean como guía para las autoridades responsables en cuanto a qué procesos de tratamiento de aguas residuales, cultivos y métodos de irrigación son los apropiados para la producción agrícola segura. Reconocen, además, las ganancias que se pueden obtener utilizando aguas residuales tratadas apropiadamente y buscan promover la utilización segura de las aguas residuales tomando en cuenta las condiciones sociales, epidemiológicas y económicas que existen en países específicos.

Del mismo modo, presentan un esbozo de cómo hacer una evaluación comparativa de los riesgos y un manejo eficiente de los diversos pasos en la cadena de eventos que va desde la producción de aguas residuales y excretas, su uso en la producción agrícola hasta la venta y consumo de los productos. Las metas de salud están dirigidas a las autoridades reguladoras para desarrollar una legislación apropiada para la protección de la salud, mediante el establecimiento de niveles definidos de protección a la salud para una exposición dada. Esto está basado en una medida de enfermedad, 10^{-6} AVAD (Años de vida ajustados por discapacidad por persona por año y equivale aproximadamente a un riesgo de contraer cáncer de 10^{-5} durante la expectativa de vida de una persona) (tabla 4).²⁴

a) Las metas de salud para irrigación localizada e irrigación no restringida mediante una reducción de patógenos en 6–7 unidades logarítmicas (obtenidas por la combinación del tratamiento de aguas residuales y otras medidas de protección a la salud; para irrigación restringida, se logra con una reducción de patógenos de 2–3 unidades logarítmicas.

b) Cuando los niños menores de 15 años de edad están expuestos, se deben emplear medidas adicionales para la protección de la salud.

c) Se debe calcular una media aritmética durante el período de irrigación. El valor medio de ≤ 1 huevo por litro se debe obtener en al menos el 90 % de las muestras con el objetivo de tener en cuenta un valor de muestra esporádico alto (Por ejemplo: con >10 huevos por litro). Con algún proceso de tratamiento de aguas residuales (Por ejemplo: lagunas de estabilización), el tiempo de retención

hidráulica puede ser usado como un sustituto para asegurar el cumplimiento de ≤ 1 huevo por litro.

d) Cultivos de crecimiento alto incluye árboles frutales, olivos, etc.

e) No para cultivos que deben ser recogidos del suelo.

Estos criterios de calidad microbiológica son más accesibles de cumplir, sobre todo, para los países pobres y en vías de desarrollo que son los que más necesitan fuentes de agua para sus agriculturas, con el empleo de tecnologías de tratamiento sencillas y de bajo costo.²⁵

SITUACIÓN EN CUBA

Con respecto al agua de consumo humano la norma cubana de agua potable del 2010, a pesar de que representa un avance con relación a la más vieja NC 93-01-128: 88, aun no hace referencia a la calidad del agua con respecto a los protozoos transmitidos por el agua (principalmente *Giardia* y *Cryptosporidium*).²⁶

Según los datos de la Encuesta Nacional de Parasitismo Intestinal de 1984, la mayoría de la población estudiada utilizaba agua de la red de acueducto y de esta el 32,5 % estaba infectada con parásitos o comensales; mientras que el parasitismo afectó a 58,3 % de las personas que usaban el agua procedente de pozos y turbinas.²⁷ En la Segunda Encuesta Nacional de Parasitismo realizada en 2009, de la población que cuenta con agua de acueducto el 9,2 % estaba infestada por protozoos y el 23,7 % con parásitos comensales.

Una presentación realizada por el IPK en la Reunión Nacional de Vicedirectores de Laboratorios de Microbiología, MINSAP, La Habana, 2011, reportaron que *Giardia lamblia* es el parásito más prevalente con 6,2 % y los niños (pre y escolares) de instituciones educacionales como círculos infantiles (15,4 %) y escuelas primarias (11,2 %) los grupos más afectados.²⁸

En Cuba, no existen normas nacionales de diseño, ni de calidad para el uso seguro de aguas residuales para riego de ningún tipo según especialistas de los Ministerios de la Agricultura y Salud Pública e Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Solamente se refiere la norma cubana sobre vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado donde se define que las descargas de las aguas residuales a aguas superficiales no podrán producir un aumento de la media geométrica del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales superior a los 1 000 NMP/100 mL y no se mencionan los huevos de helmintos.

Con respecto a la irrigación de cultivos con aguas residuales, no se establece un valor a cumplir y se refiere que el límite será fijado por el organismo rector de las aguas terrestres atendiendo al uso, necesidad de conservación y posible riesgo para la salud.^{25,29}

Es necesario destacar de que en la actualidad existe una propuesta de Normativa, elaborada en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM), para la detección y enumeración de huevos de helmintos en aguas residuales, la cual está en proceso de discusión y aprobación por la Oficina Nacional de Normalización, conjuntamente con la actualización de las normas de requisitos

sanitarios para agua potable, lo cual constituye un paso de avance para nuestro país en la implementación de los lineamientos de la OMS.

Las normativas de la OMS de 2006 para aguas residuales ofrecen un punto de partida en los esfuerzos para el uso seguro de aguas residuales, pues permiten prevenir la transmisión de enfermedades además de facilitar la recuperación y rehusó de las fuentes de agua por lo cual son ampliamente aceptadas. En Cuba está en fase de aprobación una Norma para la detección y enumeración de huevos de helmintos en aguas residuales, así como la actualización de las normas para agua potable.

CONSIDERACIONES FINALES

El gran reto de los investigadores de la rama reside precisamente en adecuar los requisitos y especificaciones de calidad para el uso seguro de aguas residuales a las condiciones actuales, al ser nuestro país un blanco fácil de los fenómenos ambientales, debido a la posición geográfica que presentamos. Así como determinar o establecer otras utilidades más apropiadas de estas aguas, mitigar la presencia de helmintos y otros patógenos en ellas, y el uso apropiado de sustancias desinfectantes, que no generen riesgo para la salud de la población y el medio ambiente.

Teniendo en cuenta todos los aspectos antes mencionados y que en Cuba, prácticamente el tratamiento más generalizado para el agua de consumo en los sistemas de abastecimiento es la cloración y la conocida resistencia de los parásitos intestinales a los desinfectantes comunes y los riesgos a la salud, se impone el establecimiento de una legislación o normativa con el fin de verificar o monitorear de la forma más adecuada la presencia de protozoos como *Giardia* y *Cryptosporidium* y otros en las aguas de consumo a la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rojas R. Planes de Seguridad de Agua (PSA). Hojas de Divulgación Técnica., HDT No. 100, Lima, Perú: CEPIS/OPS/OMS; 2006.
2. Organización Mundial de la Salud. Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. HECHOS Y CIFRAS-Noviembre de 2004. [Internet] Ginebra: OMS; 2004 [citado 5 sep 2013]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html
3. Cooper PJ, Barreto ML, Rodrigues LC. Human allergy and geohelminth infections: a review of the literature and a proposed conceptual model to guide the investigation of possible causal associations. British Medical Bulletin [Internet]. 2007 Jan [cited 08 Sep 2013];79-80(1):1-16. Available from: <http://bmb.oxfordjournals.org/content/79-80/1/203.long>
4. Bowman DD, Little MD, Reimers RS. Precision and accuracy for an assay for detecting Ascaris eggs in various biosolid matrices. Wat Res. 2003;37(9):2063-72.
5. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 4^{ta} ed. Geneva: OMS; 2011.

6. Cotruvo JA, Dufour A, Rees G, Bartram J, Carr R, Cliver DO, et. al. Waterborne Zoonoses: Identification, Causes and Control. London: IWA Publishing; 2004.
7. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable [Internet]. 3^{ra} ed. Vol. I Ginebra: OMS; 2008 [citado 5 sep 2013]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/
8. Belosevic M, Craik SA, Stafford JL, Neumann NF, Kruithof J, Smith DW. Studies on the resistance/reactivation of Giardia muris cysts and Cryptosporidium parvum oocysts exposed to medium-pressure ultraviolet radiation. FEMS Microbiol Lett, 2001 Oct 16;204(1):197-203.
9. United States Environmental Protection Agency. Method 1623: Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA. Washington, DC: USEPA; 2005.
10. Edstrom Industries. Drinking Water Quality Standards. November, 2003 [Internet]. Wisconsin: Edstrom Industries, inc; 2003 [cited 2013 Sep 5]. Available from: <http://www.edstrom.com/file.aspx?DocumentId=72>
11. United States Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations: Long term 2 enhanced surface water treatment rule [Internet]. Washington, DC: USEPA; 2002. Available from: <http://www.epa.gov/safewater/lt2/index.html>
12. United States Environmental Protection Agency. Drinking Water Standards and Health Advisories [Internet]. Washington, DC: USEPA Office of Water; 2011 [cited 2013 Sep 5]. Available from: <http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/dwstandards2011.pdf>
13. Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water. Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality [Internet] Ottawa, Ontario: FPTCDW/FPTCHE; 2012 [updated 2012 Sep 11; cited 2013 Sep 22]. Available from: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/2012-sum_guide-res_recom-eng.pdf
14. National Water Quality management Strategy. Australian Drinking Water Guidelines 6. 2011 [Internet]. Vol. I. Canberra; Australia: NHMRC/NRMMC; 2011 [cited 2013 Sep 31]. Available from: http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/eh52_aust_drinking_water_guidelines_update_120710_0.pdf
15. Moscoso Cavallini J, Egocheaga Young L. Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial, 2000 – 2002 [Internet]. Resumen ejecutivo. Lima, Perú: IDRC/OPS/CEPIS; 2002 [citado 2012 Nov 5]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/proyecto/rejecutivo.pdf>
16. Ortíz PC. Prevalencia de huevos de helmintos en lodos, agua residual cruda y tratada, provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio El Rosal, Cundinamarca [Tesis para optar al título Magíster en Ciencias Microbiología]. Bogotá, DC: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias; 2010.

17. Ayres MR, Mara DD. Analysis of Wastewater for Use in Agriculture: A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. Genova: WHO; 1996. p. 1-35.
18. Organización Mundial de la Salud. Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. Hechos y Cifras [Internet]. Ginebra: OMS; 2004 [citado 2012 Nov 5]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html
19. Bowman DD, Little MD, Reimers RS. Precision and accuracy for an assay for detecting Áscaris eggs in various biosolid matrices. Water Research [Internet]. 2003[cited 2013 Sep 5]; 37(9):2063-72. Available from: http://www.researchgate.net/publication/10807652_Precision_and_accuracy_of_an_assay_for_detecting_Ascaris_eggs_in_various_biosolid_matrices
20. Maya C, Lucario S, Galván M, Gayosso T, Naranjo R, Jiménez B. Estudio del mecanismo de inactivación de diferentes géneros de huevos de helminto de importancia médica. En: XXXI Congreso Interamericano AIDS. Santiago-Chile. Centro de eventos Casa Piedra; 12 al 15 octubre 2008. Santiago de Chile: AIDS; 2008. p. 1-8.
21. Bontoux L. The regulatory status of wastewater reuse in the European Union. In: Asano T, ed. Wastewater reclamation and reuse. Lancaster, PA: Technomic Publishing; 1998. p. 1463-76.
22. Blumenthal UJ, Mara DD, Peasey A, Ruiz-Palacios G, Scott R. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO Guidelines. Bull World Health Organ. 2000;78(9):1104-16.
23. Peasey A, Blumenthal UJ, Mara DD, Ruiz-Palacios G. A review of policy and standards for wastewater reuse in agriculture: a Latin American Perspective [Internet]. WELL Study. No. 68. Part 1. London:WELL; 2000 [cited 2013 Sep 5]. Available from: <http://www.lboro.ac.uk/well/resources/well-studies/full-reports-pdf/task0068ii.pdf>
24. World Health Organization. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Vol. 2. Wastewater use in agriculture [Internet]. Ginebra: OMS; 2006 [cited 2013 Sep 7]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html
25. Véliz LE, Llanes OJG, Fernández LA, Bataller VM. Reuso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2009;40(1):35-44.
26. Oficina Nacional de Normalización. NC 827: 2012 Agua Potable. Requisitos sanitarios. La Habana: ONN; 2012.
27. Sanjurjo GE, Rodríguez M, Bravo JR, Finlay CM, Silva LC, Gálvez MD, et al. Encuesta nacional de parasitismo intestinal. La Habana; Cuba: Ministerio de Salud Pública; 1984.
28. Rojas L, Núñez FA, Aguiar PH, Silva ALC, Álvarez D, Martínez R, et al. Segunda encuesta nacional de infecciones parasitarias intestinales en Cuba, 2009. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2012 [citado 7 Sep 2013];64(1):15-21.

29. Oficina Nacional de Normalización. NC 27: 1999 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones [Internet]. La Habana: ONN; 1999 [citado 7 Sep 2013]. Disponible en: http://redma.cujae.edu.cu/infusions/pro_download_panel/file.php?did=24&file_id=46

Recibido: 21 de octubre de 2013.

Aprobado: 15 de junio de 2014.

Dra. Lenina Tamara Menocal Heredia. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta 1158 e/ Clavel y Llinás. Centro Habana. La Habana, Cuba. Correo electrónico: lenina@inhem.sld.cu